

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA  
ESCUELA DE BIOLOGIA



**COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA ICTIOFAUNA DE LA SUB CUENCA  
DEL RIO METALIO, DEPARTAMENTOS DE AHUACHAPAN Y SONSONATE,  
EL SALVADOR.**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

**HENIA MICHELLE RECINOS QUINTANILLA**

**WENDY YAMILETH HENRIQUEZ DIAZ**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, DICIEMBRE, 2018.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA  
ESCUELA DE BIOLOGIA

**COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA ICTIOFAUNA DE LA SUB CUENCA  
DEL RIO METALIO, DEPARTAMENTOS DE AHUACHAPAN Y SONSONATE,  
EL SALVADOR**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

**HENIA MICHELLE RECINOS QUINTANILLA**

**WENDY YAMILETH HENRIQUEZ DIAZ**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

ASESOR DE LA INVESTIGACIÓN:

---

**M.E.S OSMIN POCASANGRE**

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, DICIEMBRE, 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA  
ESCUELA DE BIOLOGIA

**COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA ICTIOFAUNA DE LA SUB CUENCA  
DEL RIO METALIO, DEPARTAMENTOS DE AHUACHAPAN Y SONSONATE,  
EL SALVADOR**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

**HENIA MICHELLE RECINOS QUINTANILLA**

**WENDY YAMILETH HENRIQUEZ DIAZ**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

JURADO EVALUADOR:

---

**M.Sc. FRANCISCO ANTONIO CHICAS BATRES**

---

**LIC. LUIS SALAZAR**

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, DICIEMBRE, 2018

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL**

**Msc. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ**

**FISCAL GENERAL**

**LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN FACULTAD DE**

**CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA**

**DECANO**

**LIC. MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOBA**

**DIRECTOR ESCUELA DE BIOLOGIA M.SC**

**ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN**

## **DEDICATORIA**

Wendy Yamileth Henríquez Díaz

A Dios Todopoderoso

Dedicarle mi esfuerzo indiscutiblemente a mi familia, dándome la fuerza y el apoyo incondicional sobre cualquier cosa u obstáculo para poder lograr mi meta, es por esto que se lo dedico a mis padres Edita Herlinda Díaz Colochos y Julio Cesar Henríquez Domínguez.

A toda la Unidad Ambiental de la Alcaldía del Municipio de Acajutla, Sonsonate.

Deseo hacer una especial dedicatoria a las personas que se han incorporado a mi vida apoyándome en mi caminar, y que hayan estado presente brindando apoyo en el desarrollo de este proceso.

## **DEDICATORIA**

Henia Michelle Recinos

A Dios y a nuestra madre santísima. Por haberme brindado la oportunidad de poder cumplir con mis metas, por la sabiduría y la salud para realizar el día ya que los planes y el tiempo solo el nos brinda en el momento indicado.

A mi familia.

Por haberme apoyado en cada circunstancia de mi vida por estar presente en los buenos y malos momentos por ser parte de la motivación constante que me ha permitido superarme académicamente.

A mis maestros.

En especial al MES. Osmin Pocasangre que desde su experiencia su sabiduría y paciencia ha hecho de mi persona una estudiante comprometida gracias por sus consejos y tiempo y los maestros durante la carrera que sin su sabiduría y conocimientos profesionales en las Ciencias Biológicas no sería portadora y replicadora del conocimiento en el vivir profesional .

## **AGRADECIMIENTOS**

Henia Michelle Recinos y Wendy Yamileth Henríquez

En primer lugar, queremos agradecer a nuestras familias especialmente a nuestros padres por su paciencia y su gran apoyo incondicional durante el vivir, gracias a ellos hemos logrado recorrer nuestro camino en este mundo. A nuestros hermanos/as Jennifer Henríquez e Ingrid Henríquez, a Karla Recinos y Roberto Carlos por su apoyo y compañía desde nuestras infancias.

Agradecer a M.Sc. Ana Martha Zetino y MES. Osmín Pocasangre, ellos fueron nuestros mentores que nos motivaron a trabajar y aprender de la mano en el tema de ictiología fluvial, que confiaron en nuestro trabajo desde el principio, gracias por permitirnos trabajar con ellos en investigaciones para la revista científica de la UES, por sus comentarios y apoyo que permitieron mejorar experiencia de trabajo gracias.

A nuestros amigos Lic. Américo, Abizai, Samuel Álvarez, Andrea de la O, Ana María Salinas Guzmán, Silvia Nájera, José Montesinos, Iris Velasco, Zenayda Alas que nos acompañaron en los viajes de reconocimiento y fase de campo. Tuvimos un apoyo incondicional en conocimiento en la práctica de pre viajes de campoal cual le damos gracias a Caleb Macmahan, Wilfredo Matamoros y Maura López, que nos dieron la oportunidad de trabajar con ellos en la inspección para la elaboración de la base de datos del estudio de peces de agua dulce para El Salvador, sin esos conocimientos es posible que nos hubiese resultado difícil tener la habilidad de la identificación científica en situ en nuestro trabajo de investigación.

A nuestros seres incondicionales que me brindaron su apoyo para culminar nuestras metas en el proceso de graduación cerca y en la distancia a ellos: Ingrid Funes y familia, Aracely merino y familia, Teodora de Jesús Merino y Henry Avilés, Familia Henríquez Díaz, María José Roque, Familia García, Betty de Marciales.

En especial también a Lic. Carlos Barahona a través de la unidad de proyección social en universidad de El Salvador por la gestión y apoyo en transporte para realizar nuestros viajes de campo, a la Alcaldía Municipal de Acajutla, por los guías promotores de la zona que participaron en el acercamiento a pescadores locales, captura de peces, transporte interno para realizar los recorridos en la sub cuenca del rio Metalio y al MARN por proporcionar facilidades para el desarrollo de este trabajo en los permisos de recolectas científicas, prestación de equipo y laboratorio.

**ATODOS ELLOS GRACIAS INFINITAS!**

## INDICE

I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCIÓN.....	2
III.	FUNDAMENTOTEORICO.....	4
3.1	Antecedentes.....	4
3.2	Caracterización e importancia ecológica de ambientes fluviales .....	5
3.3	Factores físico –químicos – biológicos .....	6
3.4	Ecología de Ambientes Fluviales .....	8
3.5	Perfil de un río .....	9
3.6	Clasificación ecológica de los ambientes fluviales .....	9
3.7	Diversidad.....	10
3.8	Abundancia.....	10
3.9	Riqueza .....	11
3.10	Clasificación de los peces de ambientes fluviales .....	11
3.11	Composición.....	11
3.12	Electropesca como método de captura .....	12
3.12.1	Tipo de electropesca.....	12
3.13	Índices ecológicos.....	13
3.13.1	Índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Riqueza específica.....	13
3.13.2	Índice de dominancia de Simpson ().....	13
3.13.3	Índice de similitud Bray-Curtis.....	14
3.13.4	Cálculo de abundancia relativa de las especies.....	14
3.14	Prueba no paramétrica .....	14
3.14.1	Análisis Multifactorial.....	15
3.14.2	Prueba de Friedman.....	15
IV.	OBJETIVO.....	17
4.1	Objetivo General.....	17
4.1.1	Objetivos Específicos.....	17
V.	METODOLOGIA.....	18
5.1	Descripción y ubicación general de la sub cuenca del río Metalìo .....	18
5.2	Metodología aplicada para obtención de datos.....	20
5.2.1	Fase de campo.....	20
5.3	Registros de parámetros físico-químicos.....	25
5.4	Fase de Laboratorio .....	26
5.5	Análisis de Datos.....	27



5.5.1	Índices para el análisis de la composición y abundancia de la ictiofauna en la sub cuenca del río Metalío.....	27
5.5.1.1	Riqueza de especies.....	27
5.5.2	Análisis comparativo de la composición y abundancia en la época lluviosa y seca.....	28
5.5.3	Análisis de abundancia y densidad de especies de peces.....	29
5.5.4	Análisis de los factores Físico-Químicos.....	30
VI.	RESULTADOS.....	31
6.2	Composición taxonómica y abundancia de la íctiofauna de la sub cuenca del río Metalío .....	31
6.2.1	Composición por familias.....	31
6.3	Composición de especies por zonas de la sub cuenca del río Metalío .....	33
6.3.1	Composición en la Zona Alta.....	33
6.3.2	Composición en la Zona Media.....	33
6.3.3	Composición en la Zona Baja.....	33
6.4	Índice de diversidad para las zonas alta, media y baja .....	34
6.4.1	El índice de Shannon-Winner.....	34
6.4.2	El índice de Simpson.....	34
6.5	Índice de diversidad por épocas lluviosa y seca .....	34
6.6	Relación de factores físico- químicos con abundancias por zonas.....	36
6.6.1	Prueba de Friedman.....	36
6.6.2	Análisis Multifactorial ANOVA.....	36
VII.	DISCUSION.....	38
VIII.	CONCLUSIONES.....	42
IX.	RECOMENDACIONES.....	43
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44
XI.	ANEXOS.....	51

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Zonas y sitios de muestreo con sus coordenadas y alturas, en la sub cuenca del río Metalio, Julio 2012 a Mayo 2013. ....	21
<b>Tabla 2.</b> Listado taxonómico de peces de la sub cuenca del río Metalio, Julio 2012 a Mayo 2013 .....	32
<b>Tabla 3.</b> Índice de diversidad y dominancia de especies encontradas en las zonas de muestreo de la sub cuenca del río Metalio, Julio 2012 a Mayo 2013.....	34
<b>Tabla 4.</b> Índice de diversidad y dominancia de las especies encontradas por meses de muestreo bimensual en la sub cuenca de río Metalio, Julio 2012 a Mayo 2013.....	35
<b>Tabla 5.</b> Índice de diversidad, dominancia y disimilitud de las especies encontradas por estacion de muestreo en la sub cuenca de río Metalio, Julio 2012 a Mayo 2013.....	35
<b>Tabla 6.</b> Prueba de Friedman en relación a las abundancias, factores fisico-quimicos en las zonas de la sub cuenca del río Metalio, de julio 2013.....	36
<b>Tabla 7.</b> Análisis de Varianza de los factores físico-químicos con respecto abundancias en las zonas de muestreo de la sub cuenca del río Metalio; de julio 2012 hasta mayo del 2013.....	37

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema jerarquizado de los sistemas fluviales representando los diferentes órdenes de ríos de acuerdo con la clasificación (Palma 2011). .....	10
<b>Figura 2.</b> Ubicación geográfica y sitios de muestreo, en la sub cuenca del río Metalio, Municipio de Guaymango y Acajutla , Departamentos de Ahuachapán y Sonsonate El Salvador Julio 2012 a Mayo 2013. ....	19
<b>Figura 3.</b> Representación esquemática de transecto. ....	22
<b>Figura 4.</b> Técnicas de muestreo en los sitios de estudio.....	22
<b>Figura 5.</b> Captura mediante “electropesca” en sitios de muestreo (Zona alta, Zona media, Zona baja, en la sub cuenca del río Metalio. ....	23
<b>Figura 6.</b> Herramientas complementarias de pesca: A) red de mano y B) chinchorro.....	24
<b>Figura 7.</b> Actividades de campo: A) identificación in-situ de las especies de pece, (B) fijación de muestras con solución de formalina al 10%, (C) registro de datos de muestreo en cada sitio, en el río Metalio Julio 2012 a Mayo 2013.....	25
<b>Figura 8.</b> Proceso de limpieza y cambio de solución de formalina al 10% a alcohol al 70% para su posterior identificación.....	26
<b>Figura 9.</b> Número de especies por familias en la sub cuenca del río Metalio. Julio 2012 a Mayo 2013.....	31

## I. RESUMEN

La composición y abundancia de la ictiofauna de la sub cuenca del río Metalío, fue analizada en 12 sitios delimitados en zona alta, media y baja, comprendidos entre los departamentos de Ahuachapán y Sonsonate, El Salvador, durante los meses de Julio 2012 a mayo 2013. Se utilizó como método de captura el equipo Electropesca y métodos complementarios como redes de mano, atarraya, y chinchorro.

Se registró 5,656 individuos distribuidos en 9 ordenes, 15 familias y 28 especies, las especies más abundantes fueron *Sicydium multipunctatum* con 2,288 individuos, seguido de *Poecilia salvatoris* con 1,089 individuos. Algunos registros de especies representan amplia distribución para la región hidrográfica del río Lempa (McMahan *et al.* 2011), los casos de *Poecilia bluteri*, *Agonostomus monticola*, *Mugil curema*, *Dormitator latifrons*, *Eleotris picta*, *Awaous banana*, *Sicydium multipunctatum*, *Profundulus kreisery*. Las familias con mayor abundancia fueron Gobidae representada por 2,309 individuos, seguido de Poeciliidae con una abundancia de 1,188 individuos, Profundulidae con 916 individuos y Eleotridae con 606 individuos que constituyeron 82.72% de las abundancias totales.

Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la zona alta  $H'$ : 1.133, zona media con  $H'$ : 0.7856 y la zona baja  $H'$ :2.184. Así mismo el índice de Simpson en la zona alta  $D$ : 0.6167; media  $D$ : 0.2883 y baja  $D$ : 0.8178, que demuestra una relación de la abundancia de las especies anteriormente encontradas en las zonas de muestreo. Con respecto al análisis de los factores físico-químicos se encontró diferencias significativas, debido a que el rango de probabilidad fue mayor 0.05 entre la abundancia y los factores físico-químicos. Esto indica que tanto la riqueza y abundancia de peces en el río Metalío están influenciados en su distribución por los factores físico-químicos.

## II. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas son de aporte en el abastecimiento de agua para consumo, generación de energía hidroeléctrica, servicios eco sistémicos, producción de alimento y recreación (Welcomme 1992, Barón *et al.* 2003, Tejerina *et al.* 2005, Sánchez *et al.* 2007).

Los peces constituyen uno de los grupos más importantes dentro de los ecosistemas fluviales, desempeñan funciones ecológicas relevantes en el flujo energético (Schlosser 1991, Miller 2009, Badillo *et al.* 2010).

Los parámetros físicos-químicos: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, velocidad, profundidad y sustrato son determinantes en la incidencia de abundancias, diversidad, distribuciones y comportamiento (Schlosser 1991, Welcomme 1992, Matthews 1998), Además se mencionan factores como: competencia, depredación, reproducción y migración que afectan la dinámica poblacional de los peces en el ecosistema fluvial (Wootton 1992, Granado 2000).

Considera que la ictiofauna dulceacuícola de El Salvador está limitada a la pesca y acuicultura en lagos, lagunas y embalses por tanto, los trabajos y contribuciones sobre la ictiofauna local en ríos no se conoce con precisión, pero sin embargo algunos autores comenzaron a realizar la descripción de la diversidad íctica en los principales cuerpos de agua lóticos, lénticos y embalses del país (González 1995, PREPAC 2005, Nùñez 2011), otros se centran en la identificación de especies dentro de los sistemas fluviales (Boesemann 1956, Orellana 1992, Hildebrand 1925, McMahan *et al.* 2011). Analiza algunas relaciones entre la físico-química del agua con la ictiofauna del río Lempa (Castro 1976).

Resultados de estudios recientes como el de Álvarez (2014), toman en cuenta los factores ambientales que determinan la estructura comunitaria que incluye aspectos estructurales y de distribución de los peces. Pineda y Rojas (2017), estudiaron la diversidad y composición de la ictiofauna han contribuido en determinar la relación de los factores bióticos y abióticos en las poblaciones.

Se ha determinado la abundancia y composición de la ictiofauna en la zona alta, media y baja de la sub cuenca del río Metalò, en los departamentos de Ahuachapán y Sonsonate; también se presenta una base de datos aplicando los índices ecológicos, relación de parámetros físico-químicos (pH, temperatura, y oxígeno disuelto) con la composición y abundancia de peces.

Esta investigación servirá para contribuir al conocimiento de la ictiofauna dulceacuícola de El Salvador para crear una línea base para futuras investigaciones, y generar programas de protección y manejo de aquellas especies con importancia alimenticia y económica.

### III. FUNDAMENTO TEORICO

#### 3.1 Antecedentes

El primer estudio de peces de agua dulce en El Salvador, fue realizado por Hildebrand (1925), quien identificó 22 especies. Además, sugirió al gobierno de esa época importara especies de rápido crecimiento, pretendiendo aumentar con esto los niveles de captura.

Posteriormente Boeseman (1956), realizó una recolección de peces e identificó 24 especies, nuevos registros para el país como *Eleotris picta*, *Dormitator latifrons*, *Sicydium gymnogaster*, *Gobionellus microdon*, *Awaous banana* y *Heterandria bimaculata*.

Consecutivamente Lin citado por PRADEPESCA (1995), asesor técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) realizó estudios en algunos cuerpos de agua continentales de El Salvador principalmente en el lago de Ilopango y la laguna de Olomega (Jiménez 2006). Y en cuanto a Orellana (1992), realizó un inventario preliminar de peces de agua dulce y marinos de El Salvador y encontró 91 especies dulceacuícolas primarias y periféricas, de las cuales 26 se mantienen toda su vida en agua dulce; PRADEPESCA (1995), elaboró un informe técnico en el cual identificó 16 especies de peces dulceacuícolas pertenecientes a ocho familias.

González (1995), PREPAC (2005), otros se centran en la identificación de especies dentro de los sistemas fluviales. Nuñez (2011), actualizó los datos sobre aspectos biológicos, diversidad, abundancia y distribución de 35 especies de peces en lagos, lagunas, lagunetas y embalses de El Salvador.

Según Nuñez (2011) Lin fue el responsable de establecer las bases científicas para la agricultura en El Salvador y sugirió la introducción de especies exóticas en el país como *Oreochromis mossambica*, *Cichlasoma guttuletum*, *Ciprinus carpio* y *Micropterus salmoides*.

Álvarez (2014), estudió la estructura y distribución de la ictiofauna de la sub cuenca del río Acahuapa, San Vicente, en 17 sitios dentro del cauce principal y en ríos afluentes. Registró 6,742 individuos distribuidos en 8 órdenes, 13 familias y 32 especies. Su estudio relacionó los datos de temperatura, oxígeno disuelto, pH y conductividad con la abundancia de las especies en las épocas seca y lluviosa en cada uno del diferente micro hábitats.

Según estudio realizado por Pineda y Rojas (2017), analizaron la diversidad y composición de la ictiofauna en la zona media y baja de la sub cuenca del río Sumpul, Chalatenango, El Salvador, identificaron 16 especies distribuidas en siete familias las más abundantes *Roboides bouchellei*, *Amphilopus macracanthus*, *Synbranchus marmoratus* y *Rhamdia guatemalensis* y se amplió el ámbito de distribución de *Profundulus kreiseri*.

### **3.2 Caracterización e importancia ecológica de ambientes fluviales**

Las cuencas hidrográficas se definen como territorios o espacios limitados por las partes altas de un cerro o montaña, constituida por una red de drenaje superficial que en presencia de lluvia escurre a un cauce para conducir sus aguas a un río más grande. En la cuenca hidrográfica se distinguen por lo general tres sectores característicos: alto, medio y bajo, los cuales en función de las características topográficas pueden influir en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos (Llerena 2003).

Los ríos son bienes considerados ambientes fluviales que brindan al ser humano importantes usos ambientales como el abastecimiento de agua para consumo, producción de alimento, generación de energía hidroeléctrica, navegación, recreación y pesca. Así mismo proveen importantes servicios ecosistémicos al regular el clima y los gases del efecto invernadero a través del ciclo hidrológico y el ciclaje de nutrientes (Welcomme 1992).

Dentro de los ambientes fluviales los peces son uno de los grupos más importantes, además de constituir la mayor cantidad de biomasa animal, desempeñan funciones ecológicas relevantes en el flujo energético. Los cambios de caudal durante la época seca y lluviosa causan una disminución o aumento del lecho dentro de los ambientes de un río originando una modificación en el hábitat para organismos acuáticos (Miller 2009).



### **3.3 Factores físico –químicos – biológicos**

Las características físico-químicas del agua de los sistemas fluviales están determinadas por los elementos del clima del sitio como la temperatura, precipitaciones, humedad, presión atmosférica, viento, nubosidad y evaporación, así como aspectos geológicos que determinan la geomorfología del río, solubilidad de las rocas, cantidad de materiales en suspensión y el tipo de sustrato (Matthews 1998). La importancia de cada uno de estos elementos y la magnitud con la que inciden en las características finales del medio acuático, determinan el tipo de ecosistema en un sitio (Welcomme 1992).

Palma (2011), describe las variables físicas para los ambientes fluviales, dentro de las cuales se describen a continuación:

#### 1. La Velocidad de la corriente y morfología fluvial

La velocidad de la corriente influye en el tamaño de partículas del sustrato y los recursos alimentarios, ejerce una fuerza física a los organismos en la columna de agua. Muchas especies están adaptadas a velocidades rápidas o lentas pero rara vez a ambas. La adaptación morfológica en los cuerpos de agua dulce, permite el movimiento en las corrientes y evita que las especies sean arrastradas por la corriente. Esta velocidad se ve afectada, por la forma, la pendiente, ancho, profundidad y la rugosidad del lecho, por otro lado, por la intensidad de las precipitaciones y el ritmo de deshielo. La velocidad de la corriente influencia la distribución ecológica, las adaptaciones morfológicas y comportamiento de los organismos.

#### 2. El Sustrato

El sustrato es otra variable compleja compuesta por componentes orgánicos e inorgánicos. En cuanto al sustrato inorgánico, éste forma el material de fondo de la mayor parte de los ríos y está compuesto por partículas inorgánicas. El sustrato mineral varía en tamaños de acuerdo a la clasificación siguiente: Arcilla, Arena, Grava, canto rodado, y roca madre.

### 3. La Temperatura del agua

La temperatura del agua de un río es variable, con áreas muy expuestas a la luz solar presentando un calentamiento mayor que aquellas áreas situados en zonas más sombreadas a causa de la presencia de árboles, arbustos y orillas escarpadas. Este hecho es de gran importancia ecológica, debido a que la temperatura tiene un gran efecto sobre la comunidad fluvial, influyendo en la presencia de organismos que prefieren aguas calientes o aguas frías.

### 4. Oxígeno Disuelto

El oxígeno puede ser limitado bajo ciertas condiciones de corriente, substrato o temperatura. Así muchos invertebrados se relacionan sólo con los flujos de agua para renovar el agua que está en contacto con sus estructuras respiratorias. La solubilidad del oxígeno baja cuando la temperatura se incrementa. En cambio, la disponibilidad del oxígeno dentro del substrato está influenciada por: permeabilidad del substrato e intensidad de la mezcla con las aguas superficiales.

Además de los factores físico-químicos mencionados anteriormente existen dos factores que inciden en la composición y abundancia de las especies los cuales se detallan a continuación:

### 5. Salinidad

La salinidad en los ríos es una función compleja de un gran número de variables, siendo las más importantes la cantidad de lluvia recibida y la disolución de material geológico (Gibbs 1970). La salinidad del agua se expresa, en general, en su conductividad eléctrica (en  $\text{dS m}^{-1}$ ) o como total de sólidos disueltos (SDT) (en  $\text{mg L}^{-1}$ ). Un monitoreo de la salinidad permite la identificación y cuantificación de las fuentes para el control de la salinidad y el desarrollo sostenible de una cuenca (Gutiérrez y Carrerón 2004).

### 6. Cobertura vegetal

Los diferentes pisos de vegetación y los altos niveles de materia orgánica amortiguan la energía de la lluvia y disminuyen la escorrentía. El agua es uno de los recursos naturales más degradados, debido principalmente a la reducción de la cobertura forestal, las prácticas

agronómicas inadecuadas, y cambios en el uso del suelo que reducen la capacidad de captación y almacenamiento de agua en los mantos acuíferos (Castellanos *et al.* 2011).

De acuerdo con las condiciones climatológicas durante la época lluviosa, todas las corrientes fluviales transportan sedimentos provenientes de las áreas deforestadas que dan un aspecto turbio y fangoso a las aguas, a medida que cesan las precipitaciones, los cauces de los ríos y quebradas comienzan a descender reduciéndose a pequeñas pozas, usualmente aisladas, que para el final de la época han desaparecido por evaporación a causa del ambiente caluroso o permanecen como pozas aisladas, esto permite que muchas especies que han sido desplazadas por las corrientes queden atrapadas, disminuyendo su posibilidad de sobrevivir o de desplazarse a otro de hábitat (Orellana 1992).

### **3.4 Ecología de Ambientes Fluviales**

Los factores bióticos como depredación, competencia y reproducción son otros componentes importantes dentro de la estructura comunitaria de los peces en los sistemas fluviales. Diferentes autores describen la relación de estos factores con patrones de abundancia y el uso diferencial de hábitat de las especies dentro de los ecosistemas fluviales (Bussing y López 1977, Bravo y Yáñez 1979, Lyons y Schneider 1990, Schlosser 1991, Welcomme 1992, Matthews 1998).

Barón *et al.* (2003), identificó cinco factores ambientales dinámicos que regulan la mayor parte de la estructura y funcionamiento de cualquier ecosistema, si bien su importancia relativa varía entre los distintos tipos de ecosistemas acuáticos, la interacción es determinante en tiempo y espacio ya que define la naturaleza dinámica de los ecosistemas de agua dulce, estos cinco factores son:

1. Patrón del caudal: este es un factor muy importante porque define las tasas y vías por las que la lluvia circulará por los cauces de ríos, lagos, humedales y agua subterránea que los conecta, y también determina cuánto tiempo el agua queda almacenada en estos ecosistemas.
2. Sedimentos y materia orgánica: proporciona la materia prima que crea la estructura física del hábitat, los refugios, los sustratos y los sitios de desove, provee y almacena los nutrientes que sustentan a las plantas y los animales acuáticos.

3. Temperatura y luz: regulan los procesos metabólicos, los niveles de actividad y la productividad de los organismos acuáticos.
4. Condiciones químicas nutricionales y el pH: son los que regulan la productividad de plantas y animales y la calidad del agua.
5. Ensamble de plantas y animales: esto es un factor importante porque influye en las tasas de los procesos del ecosistema y en la estructura de las comunidades.

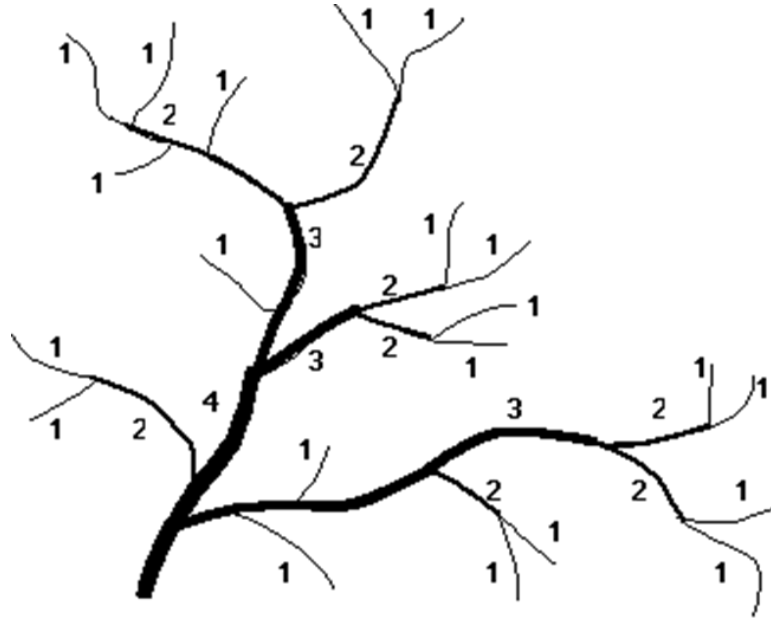
### **3.5 Perfil de un río**

Los ríos tienden a presentar pendientes pronunciadas cerca de su nacimiento y casi nulas cerca de la desembocadura, este modelo influye en el curso del agua que apoya claramente el establecimiento de comunidades, lo que ha servido de base para la zonificación geográfica y ecológica (Welcomme 1992).

El perfil de un río presenta condiciones biológicas y morfológicas que determinan la distribución y abundancia de hábitats, refugios y las posibilidades de dispersión de especies de mayores requerimientos espaciales como los peces migratorios y la heterogeneidad de formas en el lecho con pozas y rápidos que influyen en la diversidad de hábitats y de organismos (Elosegi y Diez 2009).

### **3.6 Clasificación ecológica de los ambientes fluviales**

Por su naturaleza y forma estructural las corrientes se clasifican en: corrientes de primer orden (1), son las que no tienen afluentes; las de segundo orden (2), son las que están conformándose por la unión de dos afluentes de primer orden y las corrientes de tercer orden (3) nacen de la unión de un segundo orden y así sucesivamente (figura 1). Por tanto, el orden de las corrientes es considerado factor esencial en los estudios ecológicos más que todo cuando se trabaja en la captura de peces para determinar abundancia distribución o composición, ya que producen cambios repentinos en la abundancia de la ictiofauna. Estos cambios, a su vez, modifican los factores ecológicos favoreciendo a un grupo de especies sobre otros (Welcomme 1992).



**Figura 1. Esquema jerarquizado de los sistemas fluviales representando los órdenes de ríos de acuerdo con la clasificación (Palma 2011).**

### **3.7 Diversidad**

La diversidad de las comunidades de peces se produce siguiendo un gradiente longitudinal, desde su nacimiento hasta su desembocadura, su distribución es heterogénea a lo largo de su recorrido, observándose un aumento de la riqueza o abundancia y diversidad de especies a medida que desciende la corriente del río. Los cambios en los patrones espaciales de distribución y uso de hábitat, es debido a las variaciones temporales asociadas a la reproducción, búsqueda de alimento, profundidad, temperatura del agua y altura (m.s.n.m.), presentes en los sectores bajos, medios y altos de un río (Habit *et al.* 2003).

### **3.8 Abundancia**

Dentro del estudio de abundancia y composición de peces se puede caracterizar aspectos como riqueza, dominancia y diversidad de especies que pueden evaluar diferentes niveles o criterios como grupo de edades, aspectos conductuales, uso de hábitat o similitudes tróficas (Matthews 1998).

### **3.9 Riqueza**

La riqueza es un elemento ecológico que puede variar de acuerdo con la capacidad de las especies de ocupar un espacio o cubrir un nicho ecológico dentro de un ecosistema (Matthews 1998).

Estudios dentro de los sistemas fluviales demuestran que existe un incremento de riqueza de especies que va progresivamente desde la cabecera hasta la desembocadura de los ríos. Este aumento de riqueza en las partes bajas de los ríos se debe, en muchos de los casos, por el incremento de factores ambientales como ancho, velocidad y profundidad del río que favorece el incremento de nutrientes y espacio habitable (Vannote *et al.* 1980).

### **3.10 Clasificación de los peces de ambientes fluviales**

Günther (1880), fue el primero en clasificar los peces desde el punto de vista ecológico, ubicándolos como habitantes permanentes o temporales de las áreas estuarino-lagunares y considero a estas regiones como localidades donde los peces encuentran alimento y protección en varias de sus etapas de vida y que se encuentran en ocasiones en el mar y a veces en agua dulce.

Los peces de ambientes fluviales pueden ser clasificados de acuerdo a niveles de tolerancia a cambios de salinidad en el agua. Myers (1949), los clasificó en tres grandes grupos; peces primarios, como aquellas especies estrictamente de agua dulce que no toleran aguas salobres y se distribuyen de cuenca a cuenca y nunca por vía marítima. Peces secundarios, como aquellas que evolucionaron en agua dulce a partir de grupos marinos que son capaces de tolerar aguas salobres y un tercer grupo que se clasifican como periféricos o de transición que son peces de origen marino que toleran agua dulce y habitan en ellas de manera esporádica

### **3.11 Composición**

Los ecosistemas de agua dulce fluviales de climas tropicales, son considerados ecosistemas que constituyen los criaderos de la mayor parte de peces y otros organismos que son aprovechados por el hombre (Orellana 1992).

La ictiofauna de agua dulce de El Salvador descrita hasta la fecha, está formada por 14 ordenes 29 familias, 64 géneros y 101 especies las cuales según la clasificación propuesta por Myers (1949), basada en la tolerancia de los peces a la salinidad, el 73% de las especies

son periféricas, el 23% son secundarias y 4% son especies primarias (McMahon *et al.* 2011).

La zonación biótica permite diferenciar dos principales comunidades de peces; aquellas que habitan en zonas de rápidos adaptadas fisiológicamente para soportar altas corrientes que logran establecerse y desarrollarse en hábitats de mayor velocidad con estratos rocoso y aquellas que habitan en zonas de remansos adaptadas a condiciones menos drásticas de acuerdo a la velocidad del río que presentan una resistencia considerable a la desoxigenación que permanecen a menudo en las aguas estacionarias en los bordes del río en contacto con la vegetación o en las charcas del lecho del río (Welcomme 1992).

### **3.12 Electropesca como método de captura**

La técnica de electropesca usa electricidad para aturdir peces antes de capturarlos. Es un método habitualmente usado para tomar muestras en poblaciones de peces a fin de determinar su abundancia y especies componentes. Cuando se ejecuta correctamente, la técnica de electropesca resulta en la ausencia de daño permanente en el pez, el cual regresa a su estado natural en apenas dos minutos luego de haber sido aturdido (Vicentín *et al.* 2009).

#### **3.12.1 Tipo de electropesca**

Según Vicentín *et al.* (2009), existen tres equipos de electro pesca: tipo mochila, la barcaza para remolcar, y los equipos instalados en botes tripulados. Todos los modelos cuentan con dos electrodos los cuales entregan corriente al agua para aturdir el pez, la corriente va del ánodo al cátodo, creando un potencial de alta tensión. Cuando un pez encuentra un gradiente de potencial lo suficientemente grande, sus músculos se ven afectados causando galvanotaxia. La galvanotaxia es una convulsión muscular no controlada que conlleva el nado del pez hacia el ánodo. Al menos dos personas son necesarias para desarrollar bien la tarea: una que opere el ánodo, y la otra que atrape el pez con una red de mano. Además, es necesaria la utilización de guantes látex para evitar el contacto directo con el agua para minimizar el riesgo de shock eléctrico del operario. El equipo de electropesca o “electro Fisher” pueden ser alimentados por baterías. Emplean un transformador elevado antes de que la corriente se genere en el agua. El ánodo es localizado al extremo de un tubo de 2m de largo y es usualmente en forma de aro. El cátodo es un cable de acero trenzado de 3m de

largo que se arrastra y pende detrás del operador. En definitiva, la electropesca consiste en la inmovilización del pez en el agua o bien la inducción del nado hacia el ánodo debido a un estímulo eléctrico.

### **3.13 Índices ecológicos**

#### **3.13.1 Índices de Shannon-Wiener (H') y Riqueza específica**

El índice de Shannon-Wiener mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad extensa de la que se conoce el número total de especies S. Por lo tanto,  $H' = 0$  cuando la muestra contenga solo una especie y  $H'$  será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos (Moreno 2001).

Su fórmula es:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

**H'**: Diversidad de especies bajo condiciones de igualdad,  **$p_i$** : Número de especies de la comunidad, **ln**: Logaritmo natural,  **$\sum p_i$** : Sumatoria de número de especies de la comunidad.

De esta forma el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio como riqueza específica y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Donde la riqueza específica "S" es el cálculo más simple de diversidad, que corresponde al número total de especies registradas por zonas de estudio (Moreno 2001).

#### **3.13.2 Índice de dominancia de Simpson ()**

Los Índices de dominancia están basados en parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad, toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies su valor va de 0 a 1. Valores cercanos a 1 indican que existe una fuerte dominancia y baja diversidad y valores cercanos a 0 indican una baja dominancia y por lo tanto alta diversidad (Moreno 2001).



Su fórmula es:

$$= \sum p_i^2 / N$$

Dónde:

=Dominancia,  $p$ : abundancia proporcional de la especie,  $i$ : el número de individuos de la especie,  $i$ : dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### 3.13.3 Índice de similitud Bray-Curtis

Por medio del índice de Bray-Curtis ( $I_{B\&C}$ ) ó cálculo de la disimilaridad de Bray-Curtis. Se calcula la relación entre las especies compartidas entre cada dos muestras referida a la suma total de las especies contenidas en esas dos muestras (Badii *et al.* 2008).

Su fórmula es:

$$I_{B\&C} = 2jN / (aN + bN)$$

Dónde:

$aN$  = número total de individuos en la comunidad A,  $bN$  = número total de individuos de la comunidad B,  $jN$  = suma total de las abundancias menores de las especies encontradas en ambas comunidades.

### 3.13.4 Cálculo de abundancia relativa de las especies

El cálculo la frecuencia relativa porcentual de los valores de frecuencia relativa por medio de la siguiente fórmula:

$$Fr \% = (Fr) * 100\%$$

Dónde: **Fr%**: Frecuencia relativa porcentual, **Fr**: valor obtenido de frecuencia relativa para cada especie, cien por ciento.

## 3.14 Prueba no paramétrica

La prueba no paramétrica, es una rama de la estadística inferencial que estudia las pruebas y modelos estadísticos cuya distribución subyacente no se ajusta a los llamados criterios paramétricos. Su distribución no puede ser definida a priori, pues son los datos observados los que la determinan (Ramírez 2008).

### 3.14.1 Análisis Multifactorial

La ANOVA multifactorial plantea si entre una variable numérica continua llamada variable respuesta y variables categóricas llamadas factores, hay relación o no. Este análisis evalúa la significancia de las interacciones entre las zonas de estudio a través de la prueba ANOVA, Para cada factor significativo, Las Pruebas de Rangos Múltiples mostraron las medias que son significativamente.

Especificación del modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

**A<sub>i</sub>**: es el efecto diferencial del tratamiento i del factor 1, **B<sub>j</sub>**: es el efecto diferencial del tratamiento j del factor 2, **(αβ)<sub>ij</sub>**: es el efecto de interacción entre el nivel i del factor 1 y el nivel j del factor 2, **E<sub>ijk</sub>**: es el residuo no explicado por los factores

La descomposición de la suma de cuadrados sería:

$$SCT = SCTR1 + SCTR2 + SCInt + SCE$$

También permite analizar la influencia que ejercen los parámetros ambientales sobre los peces de agua dulce. Otros autores concuerdan que factores como pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, salinidad y variables de profundidad, ancho, velocidad y tipo de sustrato del río, son los principales componentes que determinan las condiciones ambientales que definen la estructura comunitaria de acuerdo a los ámbitos de tolerancias (Bussing y López 1977, Angermeier y Karr 1983, Pringle *et al.* 1988, Welcomme 1992, Angermeier y Winston 1998, Matthews 1998, Hoeinghaus *et al.* 2007)

### 3.14.2 Prueba de Friedman

Es una prueba no paramétrica de comparación de tres o más muestras relacionadas. Esta prueba puede utilizarse en aquellas situaciones en las que se relacionan n grupos de k elementos de forma que los elementos de cada grupo sean lo más parecidos posibles entre sí.

Su fórmula es la siguiente:

$$X^2_r = \frac{12}{H K (K + 1)} \Sigma R c^2 - 3H (K + 1)$$

La utilización de estos métodos se hace recomendable cuando no se puede asumir que los datos se ajusten a una distribución conocida, cuando el nivel de medida empleado no sea, como mínimo, de intervalo (Ramírez 2008).

## **IV. OBJETIVO**

### **4.1 Objetivo General**

Conocer la composición y abundancia de la ictiofauna en las zonas alta, media y baja de la sub cuenca del río Metalío, Departamentos de Ahuachapán y Sonsonate, El Salvador.

#### **4.1.1 Objetivos Específicos**

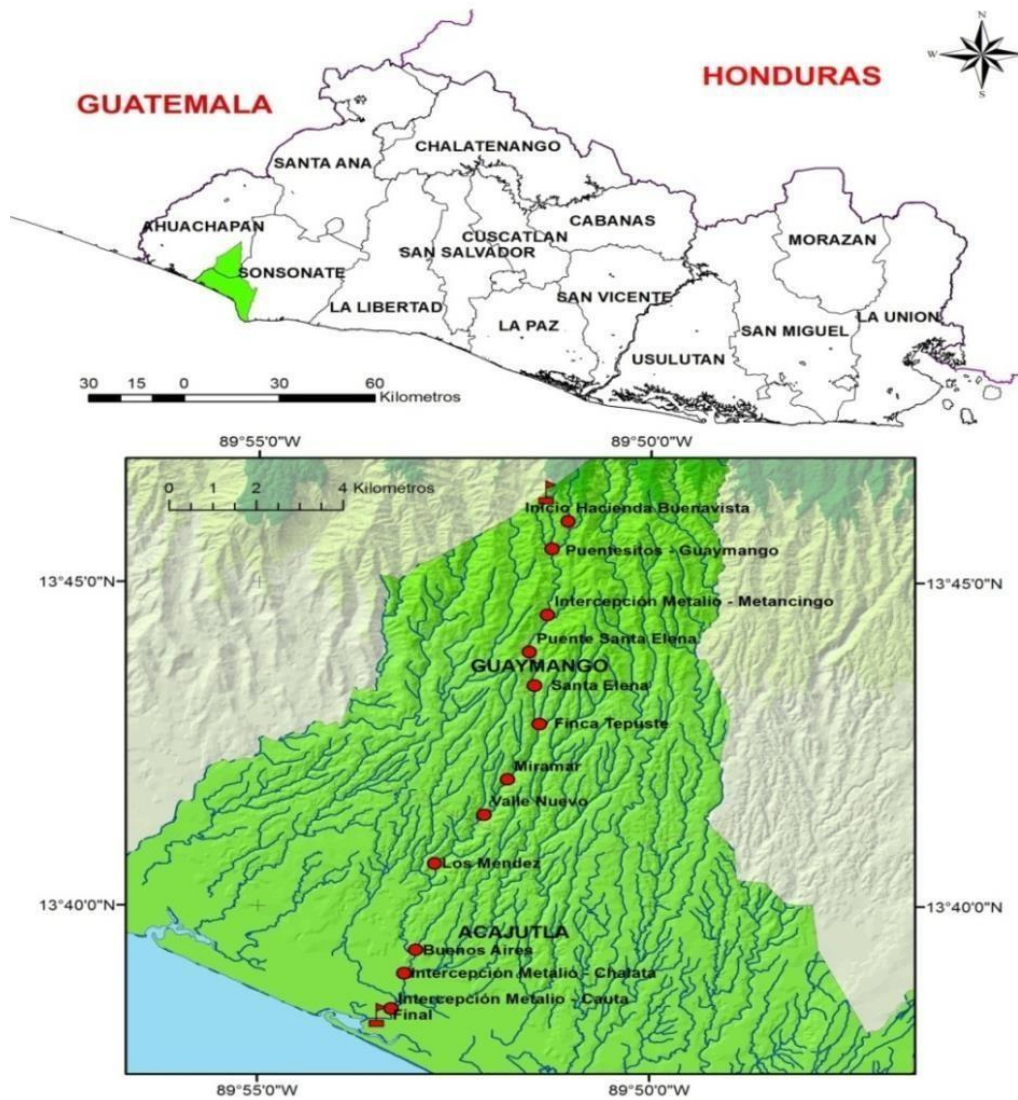
1. Identificar la composición de la ictiofauna en la zona alta, media y baja de la sub cuenca del río Metalío.
2. Estudiar la abundancia, y riqueza de especies de peces en las zonas de estudio de la sub cuenca del río Metalío.
3. Determinar las frecuencias de composición y abundancia en la época lluviosa y seca de la sub cuenca del río Metalío.
4. Establecer la relación de los parámetros físicos químicos: Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura del agua con la composición y abundancia de peces en cada una de las zonas alta, media y baja de la sub cuenca del río Metalío.

## **V. METODOLOGIA**

### **5.1 Descripción y ubicación general de la sub cuenca del río Metalìo**

La sub cuenca del río Metalìo está situada en los departamentos de Ahuachapán y Sonsonate. Presenta un área aproximada de 24 km<sup>2</sup>. Su red hidrográfrica es de tipo terciario, ubicados en la parte alta de la sub cuenca con coordenadas 13°46'23.54" LN y 89°51'19.49" L'O, hasta su desembocadura con coordenadas 13°38'18.49" LN y 89°53'27.85" LO. La sub cuenca del río Metalìo, tiene su origen en la zona alta montañosa de Guaymango, Departamento de Ahuachapán a 509.9 m.s.n.m. Está conformado por dos afluentes tributarios: río Cauta y el río Chalata (Alcaldía Municipal de Acajutla 2001).

La vegetación riverena está compuesta por bosque seco tropical y transición a sub húmedo. La zona alta presenta un relieve plano a ligeramente inclinado, con suelos muy firmes, con una textura que corresponde a franco, franco-arenoso y franco-arcilloso. La zona baja y media presenta actualmente un paisaje rural donde solo se observan remanentes de la vegetación abierta arbustiva, constituidas por bosque húmedo tropical y mangle con cierta planicie (Alcaldía Municipal de Acajutla 2001).



**Figura 2. Ubicación geográfica y sitios de muestreo, en la sub cuenca del río Metalio, Municipio de Guaymango y Acajutla, Departamentos de Ahuachapán y Sonsonate, El Salvador, julio 2012 a mayo 2013.**

La zona alta se describe cualitativamente como un sector que posee una altura comprendida entre 509.9 a 226.5 m.s.n.m, una cobertura espacial desde 3 a 5 m de ancho, el curso de la corriente se presenta moderada, existen pozas en zonas de remanso de 40 cm a 80 cm, su tipo de sustrato es arenoso con poca presencia de roca madre y canto rodado, la cobertura vegetal es cerrada con predominancia de estrato arbóreo (Anexo2).

La zona media se describe cualitativamente como un sector que posee una altura comprendida entre los 64.5 m.s.n.m, una cobertura espacial desde 5 a 8 m de ancho, el

curso de la corriente se presentan moderada, se observaron pozas que se quedan en zonas de remanso de 1 m a 2 m, el sustrato es arenoso con poca presencia arcilla con abundante roca madre y canto rodado la cobertura vegetal es semi cerrado con predominancia de poco estrato arbóreo ,se presencié más cobertura vegetal en la rivera y hay presencia de actividades antropogénicas (cultivos presencia de asentamientos humanos, actividades de pesca y recreación) (Anexo2).

## **5.2 Metodología aplicada para obtención de datos**

### **5.2.1 Fase de campo**

Las muestras de peces se obtuvieron en doce sitios fijos seleccionados durante julio 2012 a mayo 2013 que comprendió las épocas lluviosa y seca. Se realizó un total de tres muestras por época seca y lluviosa, ambas épocas de las poblaciones de peces de la sub cuenca del río Metalio.

El área de estudio se determinado por zonas: alta, media y baja. La zona alta limitada en los sitios denominado Hacienda buena vista, Puentecitos Guaymango, Intercepción Metancingo, Puente santa Elena, la zona media limitada por los sitios Santa Elena, Finca Tepuste, Miramar, Valle Nuevo y la zona baja limitada en los sitios Los Méndez, Buenos Aires, Intercepción Metalio Chalata, Intercepción Metalio Cauta (figura 2). El criterio para la selección de zonas y sitios de muestreo se estableció de acuerdo con el gradiente altitudinal, topografía de la cuenca, la accesibilidad y desembocadura de rios tributarios. Todos los puntos de muestreo se geo-referenciaron y se ubicaron previamente con GPS, marca Garmín (Tabla 1).

**Tabla 3. Zonas y sitios de muestreo con sus coordenadas y alturas, en la sub cuenca del río Metalio, julio 2012 a mayo 2013.**

<b>Zonas</b>	<b>Nombres de sitios a muestrear</b>	<b>Lat. ( N)</b>	<b>Long. (WO)</b>	<b>Alturas (m.s.n.m)</b>
<b>Alta</b>	Origen de la sub Cuenca	13°46'23.54"	89°51'19.49"	509,9
	Hacienda Buena vista	13°45'56.72"	89°51'3.61"	473,6
	Puentecitos – Guaymango	13°51'43"	89°51'12.58"	350
	Intercepción Metalíó – Metancingo	13°44'30.06"	89°51'19.3"	262,8
<b>Media</b>	Puente Santa Elena	13°43'55.49"	89°51'33.1"	226,5
	Santa Elena	13°43'26.32"	89°51'25.42"	200
	Finca Tepuste	13°42'52.13"	89°51'23.68"	170
	Miramar	13°41'56.99"	89°51'49.63"	103,5
<b>Baja</b>	Valle Nuevo	13°41'24.38"	89°52'7.24"	67,4
	Los Méndez	13°40'39.2"	89°52'44.91"	38,6
	Buenos Aires	13°39'18.67"	89°52'59.2"	12,9
	Intercepción Metalíó - Chalata	13°38'57.2"	89°53'8.07"	14,5
	Intercepción Metalíó – Cauta	13°38'24.41"	89°53'18"	11,9
	Desembocadura	13°38'18.49"	89°53'27.85"	12,1

En los 12 sitios se establecieron transectos de 100 metros, a lo largo del cauce del río y a la altura de la desembocadura de los tributarios. Dentro de este transecto se registraron 3



tomas de datos para un mejor registro (figura 3), muestrearon todos los hábitats, incluyendo pozas, remansos, corriente con pequeños rápidos y rápidos (Figura 2) (CCAD 2011).



Figura 3. Representación esquemática de transecto.



Figura 4. Técnicas de muestreo en los sitios de estudio.

### 5.2.1.1 Muestreo, artes de pesca y estandarización del método de captura de las especies

La recolecta de individuos se realizó mediante el método de captura principal para fines de estandarización electropesca, es un equipo profesional marca SAMUS 725 MP, adaptado para pesca en ríos y riachuelos, alimentado por una batería de 24v, a su vez se utilizaron métodos complementarios: redes de mano, atarraya y chinchorros.

Durante la pesca, el electrodo negativo (cátodo) estuvo colocado en el agua de manera fija mientras tanto el electrodo positivo (ánodo) sirvió para la pesca activa, que estuvo localizado al extremo de un tubo de caucho de 1.5 m de largo terminado en forma de aro el cual formó un campo eléctrico (figura 5).



**Figura 5. Captura mediante “electropesca” en diferentes sitios de muestreo (Zona alta (A), Zona media (B), Zona baja (C), en la sub cuenca del río Metalio.**

Para la aplicación del método de captura se estandarizó el punto de análisis del área barrida determinada por individuo/m<sup>2</sup>/sitio de muestreo, en cada sitio de muestreo, el equipo se desplazó en forma de zig zag y para facilitar la recolecta del individuo adormecido se utilizó una red de mano (figura 5A) y chinchorro (es una serie de hilos, tejidos y amarrados a una relinga superior o de flotadores y a una relinga inferior de plomos, que se emplea para capturar peces) de 30 metros (figura 5B), el cual se utilizó únicamente en lugares donde existían rabiones (Parte del curso de un río en que el agua aumenta notablemente su velocidad y circula de forma turbulenta debido a la pendiente del terreno, a la estrechez del cauce y al lecho rocoso e irregular).

Los barridos se realizaron en sentido contrario de la corriente del río dentro de los segmentos de muestreo. Se requirió la participación de 4 personas para realizar las capturas: una que operó el ánodo y las otras 3 que capturaron los peces con una pequeña red de mano. Para cada muestreo se siguió las premisas de seguridad de la pesca eléctrica establecidas por (Lobón 1991, Sostoa *et al.* 2005 y Pardol *et al.* 2010), como el uso de trajes de vadeo y materiales aislantes para evitar daños físicos en el personal y deterioro del equipo de electro pesca obtenido.



**Figura 6. Herramientas complementarias de pesca: A) red de mano y B) chinchorro.**

Las especies de peces fueron capturadas y colocadas en recipientes con agua del río para ser identificadas mediante la observación directa de cada uno de los individuos (Figura 6A y 6B) haciendo uso de las claves taxonómicas de Bussing (2002) y Miller (2009), si existieran especies que no se identificaran in-situ. Posteriormente de haber capturado e identificado a los individuos, se tomaron fotografías y anotaciones del sitio de muestreo (Figura 6C). Aquellas especies que no fue posible su se fijaron en una solución de formalina al 10% en botes debidamente etiquetados y fueron trasladados al laboratorio acuático de la Escuela de Biología para su respectiva identificación y preservación (Figura 6).



**Figura 7. Actividades de campo: A) identificación in-situ de las especies de peces, (B) fijación de muestras con solución de formalina al 10%, (C) registro de datos de muestreo en cada sitio, en el río Metalño julio 2012 a mayo 2013.**

### **5.3 Registros de parámetros físico-químicos**

Se tomaron medidas de parámetros físicos-químicos del agua en todos los sitios de muestreo de la sub cuenca del río Metalño. Se tomaron registros de temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxígeno disuelto ( $\text{mg/L}$ ), conductividad específica del agua ( $\mu\text{S/cm}$ ), mediante una sonda multiparámetros YSI (Figura 7A), la salinidad ( $\text{o/oo}$ ), utilizando un refractómetro óptico, PH utilizando un PH metro (Figura 7A) y turbidez ( $\text{cm}$ ) utilizando un disco secchi (Figura 7A) y otras variables como el tipo de sustrato, vegetación para cada uno de los sitios muestreo (Matamorros 2011), tomando el promedio de tres mediciones dentro de los 100 metros a muestrear. Para cada uno de los sitios, se elaboró un set de hojas de registro que contiene: recolecta de datos del sitio de estudio, recolecta de datos de parámetros físico-químicos y registro de las especies por sitio (Anexo 1).

#### 5.4 Fase de Laboratorio

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio acuático de la Escuela de Biología, para ser analizadas. Se realizaron procesos de fijación con solución de formalina al 10%, sustituyéndolo por una solución de alcohol al 70%, luego aquellas especies que no fue posible su identificación in-situ y verificando que no estuviesen en estado de peligro de extinción o amenazadas, se colocaron nuevamente en un frasco plástico debidamente etiquetado para su preservación temporal (Figura 8).

La identificación se realizó con diferentes claves taxonómicas de referencia (Villa 1976, Bussing 2002, Miller *et al.* 2009). Para la descripción de las especies encontradas se tomaron en cuenta las características más importantes de cada grupo que permitieron su identificación. Posteriormente las muestras identificadas se donaron en el Museo de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador.



**Figura 8. Proceso de limpieza y cambio de solución de formalina al 10% a alcohol al 70% para su posterior identificación.**

Para determinar la composición y abundancia de las especies se tomó en cuenta la identificación taxonómica de los individuos con sus familias, géneros y especies para ello su composición y abundancia se representó a través de un listado taxonómico. Además, se realizó la descripción de cada una de las especies.

## **5.5 Análisis de Datos.**

### **5.5.1 Índices para el análisis de la composición y abundancia de la ictiofauna en la sub cuenca del río Metalío**

Se realizó una comparación del número de individuos por especie en la estación seca y lluviosa. Se usó hojas de cálculo electrónica Microsoft Excel 2010 para organizar y representar la información proveniente de abundancia de peces, parámetros fisicoquímicos.

#### **5.5.1.1 Riqueza de especies**

##### **5.5.1.1.1 Igualdad de la comunidad de peces y dominancia (diversidad de especies de peces)**

Para medir la riqueza y dominancia de las diferentes especies registradas en los doce sitios de muestreo, se utilizaron los índices de Shannon-Wiener y Simpson respectivamente haciendo uso del programa estadístico PAST.

##### **5.5.1.1.2 Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )**

El cual toma en cuenta la riqueza y la abundancia de especies. Este índice permite conocer la igualdad dentro de una comunidad. Su valor es máximo cuando en una muestra todas las especies son igualmente abundantes y decrece cuando las abundancias entre las especies son desiguales (Moreno 2001).

Su fórmula es la siguiente:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:  $H'$ : Diversidad de especies bajo condiciones de igualdad,  $p_i$ : Número de especies de la comunidad,  $\ln$ : Logaritmo natural,  $\sum p_i$ : Sumatoria de número de especies de la comunidad.

##### **5.5.1.1.3 Índice de dominancia de Simpson ()**

Para determinar la dominancia dentro de la comunidad de peces en el río Metalío se utilizó el índice de dominancia de Simpson. Sus valores van de 0 a 1. Valores cercanos a 1 indican que existe una fuerte dominancia y baja diversidad y valores cercanos a 0 indican una baja dominancia y por lo tanto alta diversidad (Moreno 2001).

Su fórmula es la siguiente:

$$= \sum p_i^2 / N$$

Dónde : Dominancia, **p**: abundancia proporcional de la especie, **i**: el número de individuos de la especie, **N**: dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### 5.5.1.2 Prueba de Friedman

Para establecer la variación en la abundancia de las zonas alta, media y baja, sobre la abundancia se realizó la prueba de Friedman. El método consiste en ordenar los datos por filas o bloques, reemplazándolos por su respectivo orden. Los datos se ordenaron y ejecutaron en el programa Statgraphics.

Su fórmula es la siguiente:

$$X_r^2 = \frac{12}{H K (K + 1)} \sum R_c^2 - 3H (K + 1)$$

Dónde **X<sub>r</sub><sup>2</sup>**: estadístico calculado del análisis de varianza por rangos de Friedman, **H**: representa el número de elementos o de bloques (número de hileras), **K** el número de variables relacionadas  $\sum R_c^2$ : es la suma de rangos por columnas al cuadrado.

## 5.5.2 Análisis comparativo de la composición y abundancia en la época lluviosa y seca

### 5.5.2.1 Índice de Bray-Curtis

Se realizaron comparaciones entre el número de especies y el número de individuos entre épocas secas y lluviosa, por medio del índice de Bray-Curtis (**I<sub>B&C</sub>**) cálculo de la similaridad de Bray Curtis. El cual establece la relación entre las especies compartidas entre cada dos muestras referida a la suma total de las especies contenidas en esas dos muestras (Badii *et al.* 2008).

Su fórmula es la siguiente:

$$I_{B\&C} = 2jN / (a N + b N)$$

Dónde  $aN$ : número total de individuos en la comunidad A,  $bN$ : número total de individuos de la comunidad B,  $jN$ : suma total de las abundancias menores de las especies encontradas en ambas comunidades.

Este estadístico tiene por objeto agrupar elementos en grupos homogéneos en función de las disimilaridades entre ellos. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno 2001).

### 5.5.3 Análisis de abundancia y densidad de especies de peces

Cuantificados los diferentes grupos taxonómicos se determinó la abundancia de cada especie por sitios de muestreo, tomando en cuenta la presencia. La frecuencia relativa, determinada por el cociente entre la frecuencia absoluta y el tamaño de la muestra.

Descrita a continuación como:

$$Fr = \frac{\sum Fe}{\sum Ft}$$

Dónde **Fr**: Frecuencia relativa,  $\sum Fe$ : Frecuencia de ocurrencia de cada especie por muestreo,  $\sum Ft$ : Frecuencia total de muestreos.

El cálculo la frecuencia relativa porcentual, en cual se realizó con los valores de frecuencia relativa por medio de la siguiente fórmula:

$$Fr \% = (Fr) * 100\%$$

Dónde **Fr%**: Frecuencia relativa porcentual, **Fr**: frecuencia relativa multiplicado por 100.

Los datos de número de especies (abundancia) se representó por unidad de superficie, estimando datos de densidad relativa de las especies capturadas para obtener un estimado de las poblaciones de peces en m<sup>2</sup>.



## **Población**

**Densidad = -----**

**Superficie (m<sup>2</sup>)**

### **5.5.4 Análisis de los factores Físico-Químicos**

Se analizó la influencia de los factores físico-químicos del agua en la composición y abundancia de la ictiofauna, lo cual corresponde evaluar la influencia de las variables físico-químicas tales como: pH, oxígeno disuelto (mg/l), temperatura del agua (°C), para ello se realizó una matriz que se llenó durante todo el proceso de la recolecta. Se elaboró una base de datos en el Software Microsoft Excel 2010, los valores promedio de las variables físico-químicas tomados en los 12 sitios de muestreo, debidamente ordenados, tomando en cuenta cada una de las zonas.

Para este análisis se utilizó el estadístico de prueba de Friedman que consiste en una prueba no paramétrica de comparación de tres o más muestras relacionadas, equivalente a la prueba de ANOVA para establecer la interacción entre los factores físico-químicos, abundancia y zonas de muestreo a través del programa de Statgraphics.

Para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los parámetros físico-químicos, abundancias y zonas de muestreo se comparó la probabilidad obtenida en relación al nivel de significación establecido convencionalmente de 0.05. Es decir, el valor  $p$  nos muestra la probabilidad de haber obtenido el resultado que hemos obtenido si suponemos que la hipótesis nula es cierta. El valor de  $p$  es un valor de probabilidad, por lo que oscila entre 0 y 1. Así, se suele decir que valores altos de  $p$  no rechazan la hipótesis nula o, dicho de forma correcta, no permiten rechazar la  $H_0$ . De igual manera, valores bajos de  $p$  rechazan la  $H_0$  (Ramírez 2008).

## VI. RESULTADOS

### 6.2 Composición taxonómica y abundancia de la ictiofauna de la sub cuenca del río Metalío

Se registró 5,656 individuos, distribuidos en nueve órdenes, 15 familias y 28 especies. Las familias con mayor abundancia fueron Gobidae con 40.82% seguido de Poeciliidae representando el 21%, Profundulidae con 16.19% y Eleotridae 10.71%. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Sicydium multipunctatum* con 2,288 individuos, *Poecilia salvatoris* con 1,109, *Profundulus kreiseri* con 916, *Gobiomorus maculatus* con 319, *Amatitlania nigrofasciata* con 261, *Eleotris picta* con 219, *Agonostomus monticola* con 116 y *Astyanax aeneus* con 100, incluyendo otras especies entre 60 y un individuo (Tabla 2).

#### 6.2.1 Composición por familias

En el número de las 15 familias registradas con mayor representatividad fueron: Poeciliidae con cinco especies siendo la de mayor número de especies, seguida de Cichlidae con cuatro especies y Eleotridae con tres especies, tres familias presentaron dos especies y otras nueve familias representadas por una sola especie.

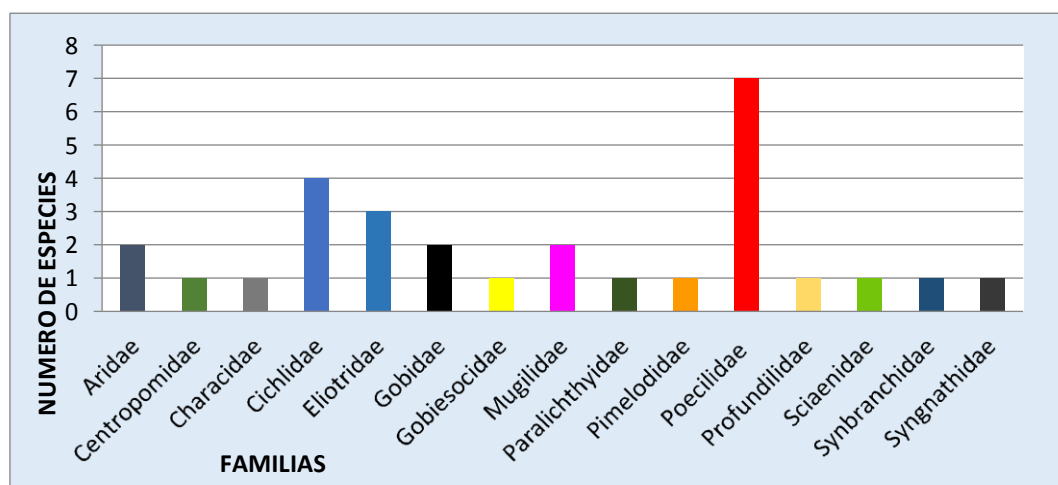


Figura 9. Número de especies por familias en la sub cuenca del río Metalío, julio 2012 a mayo 2013.

**Tabla 2. Listado taxonomico de individuos encontrados de la sub cuenca del río Metalio, Julio 2012 a Mayo 2013.**

Orden	Familia	Nombre científico		Nombre común	Época seca	Época lluviosa	Nº individuos	Nº total de individuos por familia	Zonas			
									Alta	Media	Baja	
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax aeneus</i>		Plateada	69	31	100	<b>100</b>	1	79	21	
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia butleri</i>		chimbolo	12	6	18	<b>1,208</b>	18	0	0	
		<i>Poecilia gillii</i>		chimbolo	3	0	3		0	3	0	
		<i>Poecilia marcellinoi</i>		chimbolo	13	24	37		1	5	31	
		<i>Poecilia salvatoris</i>		chimbolo	466	643	1109		1028	30	51	
		<i>Poecilia sp1</i>		chimbolo	30	0	30		29	1	0	
		<i>Poecilia sp2</i>		chimbolo	5	0	5		0	5	0	
	<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>		chimbolo	5	1	6	0		6	0		
	Profundulidae	<i>Profundulus kreiseri</i>		chimbolo	307	609	916	<b>916</b>	911	5	0	
Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Gobiesox potamius</i>		Pez sapo	10	22	32	<b>32</b>	0	27	5	
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i>		tepemechín	55	61	116	<b>123</b>	0	104	12	
		<i>Mugil curema</i>		Lisa	3	4	7		0	0	7	
Perciformes	Cichlidae	<i>Amphilopus longimanus</i>		Mojarra	2	2	4	<b>281</b>	0	0	4	
		<i>Amatlitania nigrofasciata</i>		Burrita	73	188	261		208	29	24	
		<i>Cichlasoma trimaculatum</i>		Mojarra	8	7	15		0	11	4	
		<i>Oreochromis niloticus</i>		Tilapia	1	0	1		1	0	0	
		Centropomidae	<i>Centropomus robalito</i>		Robalito	2	1	3	<b>3</b>	0	0	3
	Eleotridae	<i>Dormitator latifrons</i>		Sambo	29	39	68	<b>606</b>	0	0	68	
		<i>Eleotris picta</i>		Vieja	79	140	219		0	53	166	
		<i>Gobiomorus maculatus</i>		dormilón	132	187	319		0	45	274	
	Gobiidae	<i>Awaous banana</i>		chupapiedra	1	20	21	<b>2,309</b>	0	11	10	
<i>Sicydium multipunctatum</i>		punteado	769	1519	2288	49	2203		36			
	Sciaenidae	<i>Micropogonias altipinnis</i>		Roncador	5	4	9	<b>9</b>	0	0	9	
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys gilberti</i>		Pez caite	13	7	20	<b>20</b>	0	0	20	
Siluriformes	Ariidae	<i>Arius panamencis</i>		Bagre	19	14	33	<b>46</b>	0	0	36	
	Pimelolidae	<i>Rhamdia guatemalensis</i>		Juilín	8	5	13		0	1	12	
Symbranchiformes	Symbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>		anguila	0	1	1	<b>1</b>	0	0	1	
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Pseudophallus starksii</i>		Pez pipa	1	1	2	<b>2</b>	0	0	2	
<b>9 Ordenes</b>	<b>15 familias</b>	<b>21 Géneros</b>	<b>28 Especies</b>		<b>2,120</b>	<b>3,536</b>	<b>5,656</b>	<b>5,656</b>	<b>9 sp</b>	<b>17 sp</b>	<b>21sp</b>	

## 6.3 Composición de especies por zonas de la sub cuenca del río Metalío

### 6.3.1 Composición en la Zona Alta

Se identificó un total de 2,246 individuos agrupados en cinco géneros, ocho especies, comprendidas en cuatro familias. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Poecilia salvatoris* con 1,028 individuos y un 45.7% de frecuencia relativa *Profundulus kreiseri* con 911 individuos y un 40.5% de frecuencia relativa, *Amatlitania nigrofasciata* con 208 individuos y un 9.2% de frecuencia relativa. Las demás especies oscilan de 49 un individuo (Tabla 3).

En cuanto al número de especies por familia la más representativa fue: Poeciliidae con 47.9% y la familia menos representativa Cichlidae con 9.3%, Profundulidae y Gobiidae con una especie. De acuerdo con el número de individuos por especie, la que presentó mayor abundancia fue *Poecilia salvatoris* con un 1,028, seguido de *Profundulus kreiseri* con 911 y *Amatlitania nigrofasciata* 208. La abundancia de las demás especies fue menor, resultando tres especies entre 49 y 18 y dos especies representadas con un individuo.

### 6.3.2 Composición en la Zona Media

Se contabilizó un total de 2,618 individuos se identificaron 13 géneros, 17 especies comprendidas en nueve familias y nueve órdenes. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron *Sicydium multipunctatum* con 2,203 individuos y un 83.7 de frecuencia relativa, *Agonostomus monticola* con 104 y un 3.9% de frecuencia relativa, *Astyanax aeneus* con 79 y un 3.0% de frecuencia relativa. Las otras especies de 50 y un individuo (Tabla 3).

En cuanto al número de especies por familia, la más representativa fue Poeciliidae con 2.0% y la familia Gobiidae con 84.4% siendo esta la que presento mayor número de individuos, seguido de Mugilidae con 4.0%, tres familias presentaron dos especies y cinco familias representadas por una sola especie.

### 6.3.3 Composición en la Zona Baja

Para la zona baja de la sub cuenca del río Metalío se recolectó 796 individuos se identificaron 20 géneros, 21 especies comprendidas en 14 familias. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron *Gobiomorus maculatus* 215 individuos y un 29.2% de frecuencia relativa.

En cuanto al mayor número de especies la familia Eleotridae obtuvo 59.8% y la familia de menor número fue Synbranchidae con 0.1% (Tabla 3).

De acuerdo con el número de individuos encontrados por especie, la que presentó mayor abundancia fue *Gobiomorus maculatus* con 215 individuos considerándose una de las especies de la familia Eleotridae mas dominante para la zona baja, seguido de las especies *Eleotris picta* con 166 y *Dormitator latifrons* con 64 individuos. La abundancia de las demás especies fue menor, resultando 17 especies entre 50 y dos individuos.

**Tabla 3. Índice de diversidad y dominancia de especies de la sub cuenca del río Metalío, julio 2012 a mayo 2013.**

<b>Datos</b>	<b>Zona Alta</b>	<b>Zona Media</b>	<b>Zona Baja</b>
Especies	9	17	21
Individuos	2,246	2,618	796
Simpson-D	0.6167	0.2883	0.8178
Shannon-H	1.133	0.7856	2.184

#### **6.4 Índice de diversidad para las zonas alta, media y baja**

##### **6.4.1 El índice de Shannon-Winner**

En cuanto a los valores de diversidad, la zona baja de  $H'$ : 2.184; la zona media se registró un valor de  $H'$ :0.7856 y la zona alta con un valor  $H'$ : 1.133 (Tabla 3).

##### **6.4.2 El índice de Simpson**

Los valores en cuanto a la dominancia en la zona alta fueron de  $D$ : 0.6167; la zona media con un valor de  $D$ : 0.2883 y la zona baja con  $D$ : 0.8178 (tabla 3).

#### **6.5 Índice de diversidad por épocas lluviosa y seca**

Se obtuvo un índice de diversidad de  $H'$ : 2.01 para el mes de septiembre, seguido por los meses de mayo y julio con valores de  $H'$ :1.33 y  $H'$ : 1.81 respectivamente los cuales

corresponden a la época lluviosa. Siendo para noviembre valores de  $H'$ : 2.19; enero con  $H'$ :1.91 y marzo con  $H'$ : 1.70, que se incluyen en la época seca (Tabla 4).

**Tabla 4. Índice de diversidad y dominancia de especies por meses de muestreo en la sub cuenca de río Metalío, julio 2012 a mayo 2013.**

DATOS	MESES DE MUESTREO (BIMENSUALES)					
	Julio	Sept	Nov	Enero	Marzo	Mayo
Especies	23	19	19	19	20	17
Individuos	1053	415	652	1104	1381	1051
Simpson-D	0.236	0.1885	0.1992	0.1984	0.2553	0.4198
Shannon-H	1.819	2.013	2.19	1.911	1.706	1.33

Con relación al índice de dominancia se registraron valores D: 0.419 para el mes de mayo, para los meses de julio y septiembre con D: 0.236 y D.0.188 que corresponden a la época lluviosa. Con respecto al mes de marzo obtuvo un valor D: 0.255 en el mes de noviembre y enero con valores D: 0.199 y D: 0.198 respectivamente para la época seca (Tabla 4).

**Tabla 5. Índice de diversidad, dominancia y disimilitud de especies por época en la sub cuenca del río Metalío, de julio 2012 a mayo del 2013.**

DATOS	SECA	LLUVIOSA
Especies	27	24
Individuos	2,120	3,536
Simpson-D	0.7903	0.7449
Shannon-H	1.7607	2.004
Bray-Curtis	1	1

En cuanto a la época seca se obtuvo el valor de D: 0.7903; para la época lluviosa D: 0.7449. Con relación al índice de diversidad, para la época seca  $H':1.7607$  y  $H':2.004$ ; obteniéndose un índice de Bray-Curtis con intervalo de 1 para ambas épocas (Tabla 5).

## 6.6 Relación de factores físico- químicos con abundancias por zonas

### 6.6.1 Prueba de Friedman

Mediante la aplicación del programa Statgraphics se obtuvo el valor de la prueba de Friedman, lo cual permitió relacionar la abundancia y zonas de muestreo. Obteniendo valores de  $X^2$ : 2.02778 y P: 0.362805 con una probabilidad de significancia del 5% y un 95% respectivamente, resultando que la hipótesis nula se rechaza, es decir no existe diferencia significativa entre las zonas y su abundancia.

**Tabla 6. Prueba de Friedman en relación abundancia, factores físico-químicos en las zonas de la sub cuenca del río Metalío, de julio 2012 a mayo del 2013.**

Zonas	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Alta	20	1.8
Media	20	2.225
Baja	20	1.975
<b>Estadístico = 2.02778 Valor-P = 0.362805</b>		

### 6.6.2 Análisis Multifactorial ANOVA

#### 6.6.2.1 Relación abundancia con los factores físico-químicos en las zonas

Permite contrastar la hipótesis nula de que las medias poblaciones son iguales y la hipótesis alternativa que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

Los valores obtenidos de los parámetros físico-químicos, abundancia y zonas de muestreo no se relacionan entre sí ya que presentan probabilidades que van desde P: 0.3576 hasta P:

0.7503, mayores a 0.05. Por lo tanto, si existe relación de significancia de los parámetros físico-químicos sobre la abundancia en las tres zonas de muestreo (Tabla 7).

**Tabla 7. Análisis de Varianza de los factores físico-químicos con respecto abundancias en las zonas de muestreo de la sub cuenca del río Metalío; de julio 2012 hasta mayo del 2013.**

<b>Variable dependiente</b>	Abundancia
<b>Factores</b>	Zonas
<b>Covariantes</b>	Oxígeno, pH, Temperatura

<b>Fuente</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Oxigeno	0.53	0.4956
pH	0.11	0.7503
Temperatura	0.50	0.5041
Zonas	1.23	0.3576



## VII. DISCUSION

### Composición y Abundancia de la ictiofauna

La abundancia y composición de especies icticas de la sub cuenca del río Metalío presentó importancia ecológica y social para los habitantes aledaños.

Estudios realizados con respecto a la riqueza de especies de peces en diferentes ríos de El Salvador por McMahan *et al.* (2013) en El Salvador, donde registró 101 especies, debido a que realizaron muestreos en diferentes ríos del país; seguido por Álvarez (2014), en la sub cuenca del río Acahuapa, San Vicente con 32 especies, cubriendo una mayor longitud y sus respectivos afluentes y Pineda y Rojas (2017) con 16 especies en el río Sumpul, Chalatenango cubriendo la zona media y zona baja. En el presente estudio se registra una riqueza de 28 especies y en comparación con estudios anteriores, se plantea una diferencia en relación al número de especies el cual puede estar influenciado por métodos y equipos de captura, frecuencia de muestreo, área de muestreo, diversidad de hábitats, barreras físicas y condiciones ambientales.

Según la abundancia y distribución de *Profundulus kreiseri* registrado en la zona alta del río Metalío ubicado en el departamento de Ahuachapán y siendo registrado por McMahan *et al.* (2013), en la parte alta de la región hidrográfica del río Lempa en el departamento de Santa Ana, y por Pineda y Rojas (2017), que lo registra en la parte media del río Sumpul departamento de Chalatenango. Permite ampliar la distribución de esta especie y según lo afirmado por Matamoros (2011), constituye una especie que se adapta fácilmente a hábitat con sustratos dominados por rocas y corrientes rápidas, se afirma con las características del sitio donde ha sido encontrado en nuestra investigación.

También fueron registradas las especies *Synbranchus marmoratus*, *Pseudophallus starksii* como especies representativas principalmente de la zona baja, debido a alta sedimentación, aguas tranquilas, sitios de alimentación y desove, tal como lo establece (Lyons y Schneider 1990, Rojas y Rodríguez 2008), que en la cuenca baja de zonas cercanas a su desembocadura posee mayor ancho, profundidad y diversidad de hábitat con capacidad de sostener alta abundancia, diversidad de especies, sitios de alimentación y refugio.

En cuanto a las familias reportadas en esta investigación, Poeciliidae y Cichlidae representaron con el mayor número de especies respectivamente coincidiendo con Álvarez (2014), Castillo Domínguez *et al.* 2015, Pineda y Rojas (2017).

En cuanto a las especies mayormente distribuidas en las zonas alta, media y baja están representadas por: *Atyanax aeneus*; *Poecilia salvatoris*; *Amatitlania nigrofasciata*; *Sicydium multipunctatum*. Estas especies están adaptadas a diferentes hábitats observados en los diferentes puntos de muestreo. Según lo afirma Miller (2009), Bussing y López (1977) y Meffe y Nelson (1989), esas especies prefieren los sitios de aguas profundas y tranquilas menores de 200 m.s.n.m y hasta los 1,000 m.s.n.m son tolerantes a variaciones ambientales, presentan capacidad de colonización y amplio espectro trófico. Lo que concuerda con Pineda y Rojas (2017), presentan una riqueza en la zona media y zona baja, similar al estudio de Ruiz *et al.* (1985) en el río Alama, México y Álvarez (2014) en el río Acahuapa, San Vicente, El Salvador, donde documentaron el aumento progresivo en el número de especies desde la zona alta hasta la desembocadura, coincidiendo con el comportamiento de la riqueza de especies obtenidos en la sub cuenca del río Metalío.

Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para la zona alta  $H'$ : 1.133, esto indica una alta abundancia representada principalmente por las especies *Poecilia salvatoris*, *Profundulus kreiseri*; luego en la zona media con  $H'$ : 0.7856, dado que la abundancia está determinada por varias especies predominantes y por consiguiente un aumento en la riqueza y por último en la zona baja  $H'$ :2.184, demuestra una abundancia constituida por *Dormitator latifrons*, *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*. A la vez se obtuvo el índice de Simpson de la zona alta  $D$ : 0.6167; media  $D$ : 0.2883 y baja  $D$ : 0.8178, que demuestra una relación de la abundancia de las especies anteriormente encontradas en las zonas de muestreo. Esto se debe a la riqueza y la abundancia de individuos está determinada por las condiciones ambientales de cada una de las zonas de muestreo, lo cual se afirma con Wootton (1990), que la diversidad y la dominancia en la comunidades de peces en un río se incrementa desde la zona de origen hacia la desembocadura; sin embargo difiere con Ruiz *et al.* (1985), quienes registraron mayor equidad y diversidad en la zona alta del río Álamo, México y menor equidad y diversidad en la zona baja.

Durante el periodo de muestreo se registró un aumento en las abundancias de individuos en la época lluviosa, la especie más abundante en los meses de julio y noviembre fue *Sicydium multipunctatum* según lo expresa Miller (2009) y Cruz (1987), la especie requiere de agua salobre en los estados iniciales de su ciclo de vida en el periodo de precipitación máxima relacionado con el proceso de reproducción en esta especie.

Según lo establecido por Philip (1993) y Eslava (2011), se describe la época lluviosa como un periodo favorable para la reproducción de algunas especies, debido a la migración de peces adultos hacia aguas marinas y al aumento del flujo del caudal. No obstante Álvarez (2014), menciona la posibilidad de que todo el ciclo de vida de *Sicydium multipunctatum* se desarrolla en agua dulce por lo que sugiere dirigir estudios sobre patrones reproductivos que permitan esclarecer su compartimento en el ecosistema.

En cuanto a las épocas se obtuvo un valor de  $H'$ : 1.7607 para la época seca y lluviosa de  $H'$ :2.004 respectivamente; con una dominancia de  $D$ : 0.7903 para la época seca y  $D$ :0.7449 para la época lluviosa. Por lo tanto se establece que la época lluviosa registra una mayor abundancia de individuos y la época seca presenta una mayor diversidad de especies y una menor abundancia de individuos. Y al comparar el índice de Bray-Curtis se expresa que no existe diferencias significativas en ambas épocas de acuerdo a su composición y abundancia, lo cual se relaciona con Castillo-Rivera *et al.* (2003), que afirma que la abundancia y dominancia de las comunidades de peces tienden a ser estables temporalmente y a variar espacialmente con influencia de factores físico-químicos.

### **Relación de factores físico- químicos con abundancias por zonas.**

Con respecto al análisis de la prueba de Friedman y el Análisis Multifactorial ANOVA para los factores físico-químicos en relación a las abundancias por zonas, se encontró diferencias significativas, debido a que el rango de probabilidad fue mayor 0.05 entre la abundancia y los factores físico-químicos. Esto indica que tanto la riqueza y abundancia de peces en el río Metalío están influenciados en su distribución por los factores físico-químicos. Lo anterior concuerda con Miller (2009) y Álvarez (2014), que la diversidad y riqueza de especies aumenta con la mayor variedad de hábitats. Así mismo refieren que la

heterogeneidad ambiental del ecosistema, las especies prefieren condiciones ecológicas favorables para su crecimiento y desarrollo, en relación al aumento de su abundancia y composición.

## VIII. CONCLUSIONES

La riqueza y la abundancia de las especies en la sub cuenca del río Metalío presenta un total de 28 especies con 5,656 individuos, que se encuentra dividida en 3 zonas de estudio. Considerando la zona media con un total de 2,630 individuos registradas con 17 especies; la zona alta con 2,245 individuos con 8 especies y zona baja con 736 individuos con 21 especies respectivamente.

Se Amplió la distribución para el Municipio de Guaymango, Ahuachapán para *Profundulus kreiseri*, encontrado a la altura de 509.9 msnm hasta 226.5 msnm, considerada una especie delimitada para la zona alta y parte de la zona media en el río Metalío.

Las especies predominantes para la época seca y lluviosa fueron *Poecilia salvatoris*, *Profundulus kreiseri*, *Agonostomus monticola*, *Amatlitania nigrofasciata*, *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, *Sicydium multipunctatum*, en la composición y abundancia de la sub cuenca del río Metalío.

La sub cuenca del río Metalío presenta tres grupos distintivos por composición especies y por gradiente altitudinal, donde se separan las especies de la cuenca alta con los de la cuenca media y baja. Esta separación espacial entre las especies se debe en gran medida a las condiciones ambientales entre las zonas de muestreo.

Los parámetros físicos-químicos influyen significativamente en la riqueza y abundancia de peces en la sub cuenca del río Metalío.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Monitorear la composición y abundancia de la ictiofauna de la subcuenta del río Metalio para comparar la variación de tallas de los individuos de acuerdo a la época seca y lluviosa.

Estudiar aspectos de reproducción y dieta de las diferentes poblaciones existentes en la sub cuenca del río Metalio de manera que permitan comprender la dinámica entre las diferentes poblaciones y aspectos conductuales importantes de las especies.

Relacionar en función de espacio y tiempo los factores físico-químicos con la estructura y distribución de la ictiofauna en la sub cuenta del río Metalio.

Promover esfuerzo de educación ambiental a través de la institución gubernamental Alcaldía Municipal de Acajutla, a través de la unidad de medio ambiente para dar a conocer su importancia biológica a través este estudio, como una estrategia de programa de divulgación y conservación de este recurso hídrico.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcaldía Municipal de Acajutla 2001. Plan Estratégico Participativo de Acajutla. Modulo I: Información General del Municipio. Caracterización General e Hidrografía del Municipio. Fuente: Alcaldía Municipal de Acajutla / RTI; " Monografías del Departamento y Municipio de Sonsonate" y Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Acajutla. Presentación en Pover Point (ppt). 17-22.
- Álvarez CS. 2014. Estructura y Distribución de la Ictiofauna de la Subcuenca del Rio Acahuapa, San Vicente, El Salvador. Escuela de Biología. Facultad de Naturales Matematica. Universidad de El Salvador. Trabajo de graduación de licenciatura en Biología. 85.
- Angermeier PL Y Karr JR. 1983. Fish Communities along Environmental Gradients in a System of Tropical Streams. *Environmental Biology of Fishes*. 9(2): 117-135.
- Angermeier OL Y Winston MR. 1998. Local vs. Regional Influences on Local Diversity in Stream Fish Communities of Virginia. *Ecology*. 79, 911-927 pp.
- Badii MH, Landeros J Y Cerna E. 2008. Patrones de Asociación de especies y sustentabilidad (Species association patterns and sustainability). *International Journal of Good Conscience*. 3(1): 29.
- Badillo AM, Galindo De Santiago, Gallardo M, Lizama TA, Palomio G, Arena AG Y Ortiz ML 2010. Manual de Practicas de Ecología Acuática. UNAM. México. 98.
- Baron JS, Poff LN, Angermeier LP, Dahm NC, Gleick HP, Hairston GN, Jackson BR, Johnston AC, Richter DB Y Steinman DA. 2003. Ecosistemas de Agua Dulce Sustentables (Sustaining Healthy Freshwater Ecosystems). Tópicos en Ecología. Número 10. Publicado por La Sociedad Norteamericana de Ecología. 3-6.
- Boeseman M. 1956. Colección de Peces de la Republica de El Salvador. Comunicación del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas. El Salvador. 5(2-3) 75-88.

- Bussing W Y López M. 1977. Distribución y aspectos ecológicos de los peces de las cuencas hidrográficas de Arenal, Bebedero y Tempisque, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 25: 13-37.
- Bussing W. 2002. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 468.
- Bravo NE Y Yánes AA. 1979. Ecología en La Boca Puerto Real, Laguna de Términos. *Centro Cienc. Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma de México* 6: 125-182.
- Castillo Rivera M, Zarate R Y Laura SA. 2003. Patrones de la diversidad de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Hidrobiológica* [online]. vol.13, n.4, pp.289-298. ISSN 0188-8897.
- Castellanos CA, Chamarravi N, Castañeda E, Galvis F Y Cepeda E. 2011. Variación Espacio-Temporal de la Cobertura Vegetal en la Micro cuenca El Llanito, Santander. Colombia. *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat* 15(2): 60-68.
- Castillo DA, Melgar VC, Barba ME, Rodiles HR, Navarrete A, Perera GM, Cuenca, SC, Hernández GR. 2015. Composición y diversidad de peces del río San Pedro, Balancán, Tabasco, Mexico. *Hidrobiológica*: 25(2): 285-292.
- Castro AR. 1976. Ictiofauna y Algunas Determinaciones Físico-Químicas en el Río Lempa. Universidad de El Salvador.
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) 2011. Manual de Protocolos para los Indicadores del Programa de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad de Centroamérica (PROMEBIO). 9-15 pp. Disponible en red: [http://www.promebio.irbiocad.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=73&Itemid=77](http://www.promebio.irbiocad.org/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=77).
- Cruz GA. 1987. Reproductive biology and feeding habits of *cuyamel*, *Joturus pichardi* and tepemechin, *Agonostomus monticola* (Pisces, Mugilidae) from Rio Platano, Mosquitia, Honduras. *Bulletin of Marine Science* 40:63-72.
- Eslava PE Y Diaz RV. 2011. Reproducción de *Joturus pichardi* y *Agonostomus monticola* (*Mugiliformes: Mugilidae*) en ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 59 (4): 1717-1728.



- Elosegi A Y Díez J. 2009. La estructura física de los cauces fluviales. En: Elosegi A, Sabater S, editores. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA. P. 275-292.
- Espinoza M. 2008. Sondeo Ecológico Rápido de las Comunidades de Peces Tropicales en un Área de Explotación Minera en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56(4): 1971-1990.
- García H. 2008. Algunos conceptos de Análisis Multivariado con Aplicación a la Investigación Pedagógica. Universidad de Nariño. 43.
- Gibbs RJ. 1970. Mechanisms Controlling World Water Chemistry. American Association for the Advancement of Science. *Science*, New series, Vol. 170, 1088-1090.
- González R.G. 1995. Los Peces Nativos en vías de Extinción en las Aguas Continentales de El Salvador. Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca en el Istmo Centroamericano. Convenio a 90/09 UNION EUROPEA – OLDOPESCA.
- Gutiérrez M Y Carreón HE. 2004. Salinidad en el Bajo Río Conchos: aportes y tendencias. Universidad Autónoma Chapingo, México. *TIRRA Latinoamericana*. Vol.22: N° 4. 499-506.
- Günther A. 1880. A contribution to the knowledge of the fish-fauna of the rio de la plata. *annals and magazine of natural history*, (series 5), 6: 7-15.
- Granado LC. 2000. Ecología de comunidades: el paradigma de los peces de agua dulce. Universidad de Sevilla. 282.
- Habit E, Victorian P Y Rodríguez A. 2003. Variaciones Espacio-Temporales del Ensamble de Peces de un Sistema Fluvial de Bajo Orden del Centro-Sur de Chile. Facultad de Ciencias. Departamento de Química. Universidad de Concepción de Chile. *Rev. Chilena de Historia Natural* 76: 3-14.
- Hildebrand S. 1925. Fishes of the Republic of El Salvador. Central America. *Ichthyologists*. U.S. Bureau of Fisheries. 238-287.
- Hoeinghaus DJ, Winemiller KO Y Birnbaum JS. 2007. Local and regional determinants of stream fish assemblage structure: inferences based on taxonomic vs functional groups. *J. Biogeogr.* 34:324-338.

- Jiménez NF. 2006. Evaluación del desarrollo de la pesca y Acuicultura Continental de El Salvador, 1957-1980. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias naturales y Matemáticas de la universidad de El salvador, San salvador, El Salvador, C.A.
- Lyons J Y Schneider D. W. 1990. Factors influencing fish distribution and community structure in a small coastal river in South-Western Costa Rica. *Hydrobiologia*, 203, 1-14.
- Lobón CJ. 1991. Dinámica de Poblaciones de Peces en Ríos. Pesca Eléctrica y Métodos de Capturas Sucesivas en la Estima de Abundancias. Monografías Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid. Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales. 157.
- Llerena CA. 2003. Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú, (FAO) Presentado en el Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), Arequipa, Perú, 9-12 junio 2003, durante el Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas.
- Mcmahan CD, Matamoros WA, Álvarez FS, Henríquez WY, Recinos HM, Chakrabarty P, Barraza E Y Herrera N. 2011. Checklist of the Inland Fishes of El Salvador. *Zootaxa* 3608 (6): 440–456.
- Matthews WJ. 1998. Patterns in freshwater fish ecology. Chapman y Hall. New York. 672.
- Matamorros W, Carrasco JC, Rivera S Y Portillo H. 2011. Manual de Protocolos armonizados en la conformación del modelo de evaluación y monitoreo de la biodiversidad Centroamericana. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. 128.
- Miller RR, Minckley WL Y Gach HM. 2009. Peces Dulceacuícolas de México. Primera Edición. 518.
- Moreno CE. 2001. Métodos para Medir la Biodiversidad. M & T- Manuales y Tesis, vol.1. Zaragoza. 84.
- Myers GS. 1949. Salt-tolerance of Fresh-water Fish Groups in Relation to Zoogeographical Problems. *Bijdragen to the Dierkunde*. 28: 316-323.

- Meffe KG Y Snelson FF. 1989. An ecological overview of poeciliid fishes. In: Meffe KG, Snelson FF Jr (eds) Ecology and evolution of livebearing fishes. Prentice Hall, Nueva Jersey, pp 13–31.
- Núñez JA. 2011. Diversidad de peces en los Ecosistemas Lacustres de El Salvador. 85.
- Orellana JJ. 1992. Inventario Preliminar de los Peces de Agua Dulce y Marinos de El Salvador, América Central. Trabajo de Investigación Presentado a Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente (SEMA), El Salvador. 150.
- Palma A. 2011. Clasificación Ecológica de Los Organismos de Agua Dulce: Clasificación Ecológica de los ríos. Aguas Continentales. Publicado 17 de Octubre. disponible en red: <http://www2.udec.cl/~lpalma/continental.html>. Pardo I, Gaecia L, Delgado C, Costas N, Y Abrain R. 2010. Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las confederaciones hidrográficas del niño-sil y cantábrico. Convenio entre la Universidad de Vigo y las confederaciones hidrográficas del niño-sil y cantábrico. 65.
- Pineda ME Y Rojas MA. 2017. Diversidad y Composición de la Ictiofauna en la zona media y baja de la sub cuenca del rio Sumpul, Chalatenango, El Salvador. Escuela de Biología, Facultad de Naturales Matemáticas. Universidad de El Salvador. Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología. 69.
- Plan regional de Pesca y Acuicultura Continental (PREPAC) 2005. Inventario de Cuerpos de Aguas Continentales de El Salvador con Énfasis en la Pesca y Acuicultura. Ministerio de Ganadería y Agricultura de El Salvador. 126.
- Phillip A.D. 1993. Reproduction and feeding of the mountain mullet, *Agonostomus monticola*, in Trinidad, West Indies. Env. Biol. Fish. 37: 47-55.
- Pringle CM, Naiman RJ, Brestschko G, karr JR, Owwood MW, Webster JR, Welcomme RL Y Winterbourn MJ. 1988. Patch dynamics in lotic systems: the stream as a mosaic. Journal of the North American Benthological Society. 7: 503-524.
- Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca en el Istmo Centroamericano PRADEPESCA.1995. 57.

- Ramirez OA. 2008. Manual de Statgraphics Centurion XV. Bioestadística Univariada Aplicada a Comunidades Ecológicas. 98.
- Rojas J, Pizarro F Y Castro M. 1994. Diversidad y Abundancia Íctica en Tres áreas de Manglar en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 42: 663-672.
- Rojas J Y Rodríguez O. 2008. Diversidad y Abundancia Ictiofaunístico del Río Grande de Térraba, Sur de Costa Rica. *Vol. 56 (3): 1429-1447.*
- Ruiz JL, Salazar SK, Perez EJ, Y Alfonsi C. 1985. Diversidad Ictica del Sistema Hidrografico Rio Manzanares, Estado Sucre, Venezuela. Departamento de Biología. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná-Venezuela. 6-11.
- Schlosser JJ. 1991. Steam fish ecology: a lands cape perspective. *Bioscience* 41, 704-712.
- Sánchez O, Herzig M, Peters E, Márquez R, Zambrano L. 2007. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. 297.
- Sostoa A, Garcia D, Y Garcia E. 2005. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua. Protocolo de muestreos y análisis de la ictiofauna. Confederaciones hidrográficas del EBRO y URS. Comisión del agua. 51.
- Tejerina, GF, Maldonado M, Ibañez C, Pont D, Roset N Y Oberdorff T. 2005. Effects of Natural and Anthropogenic Environmental Changes on Riverine Fish Assemblages: A Framework for Ecological Assessment of Rivers. *Vol. 48. 91-108.*
- Vannote RL, Minshall G, Cummins KW, Seddel JRW Y Cushing CE. 1980. The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 37, 130-137.
- Vásconez J, Ramche G, Cuestas F, Terneus E, Peralvo M Y Rios B. 2002. Caracterización de Ecosistemas Acuáticos a través de Variables Abiótica de Las Vertientes Oriental de La Reserva Ecológica Cayambe –Coca, Ecuador. 41.

- Vicentín M, Orellano L, Vanella O Y Bruni R. 2009. Equipo de Electropesca de Mochila con Fuente Conmutada y Baterías de 24V. Universidad Nacional de Córdoba. 4.
- Villa J. 1976. Some Speculations About: The Great Nicaraguan Lake. Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes. 13. Disponible en red: Welcomme RL. 1992. Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), Téc. Pesca, (202): 62. Disponible en red: <http://www.fao.org/docrep/003/T0537S/T0537S00.HTM>.
- Welcomme RL. 1985. River fisheries, FAO Fish, Tech. Pap., (262): 330.
- Wootton RJ. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and hall. London, New York. 415.
- Wootton J Y Oemke M. 1992. Latitudinal Differences in Fish Community Trophic Structure and the Role of Fish Herbivory in a Costa Rican Stream. *Envir. Biol. Fish.* 35: 311-31.

## XI. ANEXOS

### Anexo1.

Hoja de registro Colecta de datos de campo del sitio de muestreo.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**HOJA DE CAMPO**

Numero de campo: \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Hora de Inicio: \_\_\_\_\_ Vertiente: \_\_\_\_\_ Cuenca: \_\_\_\_\_

Hora final: \_\_\_\_\_ Nombre del sitio de muestreo: \_\_\_\_\_



Región Latitudinal:    Alta            Media    Baja            Altura: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Coordenadas: \_\_\_\_\_

Notas:

---

---

**Hoja de registro 2.** Colecta de datos de parámetros físico-químicos.

Mediciones	T1	T2	T3	Promedio general
Altura (msnm)				
Salinidad( o/oo)				
Temperatura de agua ( °C)				
Oxígeno disuelto (mg/l)				
pH				
Turbidez( cms)				
Conductividad				
Velocidad de la corriente (m/sg)				
Tipo de sustrato				
Tipo fe vegetación (sumergida, semi sumergida, ribereña).				
Tipo de corriente (remansos, rápidos, pequeños rápidos, cascadas).				

**Hoja de registro 3** de las especies que se encuentren en el sitio de muestreo.

Nombre común	Número de individuos
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
4. _____	_____
5. _____	_____
6. _____	_____
7. _____	_____
8. _____	_____
9 _____	_____
10 _____	_____
11. _____	_____
12. _____	_____



## Anexo 2.

### Caracterización de las zonas Alta, Media y Baja de la sub cuenca del río Metalio.

En el periodo de estudio se realizó una descripción específica para cada una de las zonas en estudio del cual se tomó en cuenta los siguientes factores: tipo de corriente, tipo de sustrato, cobertura vegetal tomando en cuenta ausencia o presencia de bosque de galería y en su presencia vegetación ribereña.

Zona	Altura	Ancho del rio	Tipo de corriente	Pozas	Tipo de sustrato	Cobertura boscosa existente
Alta	509.9msnm- 226.5 msnm	de 3m a 5m	Baja a moderada cuando se acercaba a la pendiente	de 40 a 80cm de profundidad	Arenoso con poca presencia de roca madre y canto rodado	Bosque cerrado cobertura boscosas muy predominante



Zona	Altura	Ancho del rio	Tipo de corriente	Pozas	Tipo de sustrato	Cobertura boscosa existente	observaciones
Media	64.5 - msnm	de 5m a 8m	Moderado a alto cuando se acercaba a la pendiente	de 1 a 2m de profundidad	Arenoso y arcilloso con abundante presencia de roca madre y canto rodado	Bosque semi cerrado cobertura boscosas muy predominante mayor vegetación riberena	Se observaron mayor espacio ribereno constituido por cultivo, con presencia de asentamiento humanos, pesca y recreación



Zona	Altura	Ancho del rio	Tipo de corriente	Pozas	Tipo de sustrato	Cobertura boscosa existente	Observaciones
<b>Baja</b>	De 38msnm 12.1 msnm	de 8m a 12m	Moderado sin pendientes	de 4 a 7m de profundidad	Arenoso y fangoso ausencia de roca madre y canto rodado	No se observó cobertura vegetal se consideró una como zona abierta presencia de vegetación en los dos primeros puntos	Se observaron asentamientos humano mayormente dunas o playones presencia de desagües de aguas negras presencia de cultivos ganado recreación y pesca zona cercana a la desembocadura al mar



**Anexo 3.**

**Catálogo de las especies más representativas según zona de estudio registradas en el río Metaño departamentos de Ahuachapán y Sonsonate, El Salvador.**

**A) Especies más abundantes registradas en la zona alta**



*Profundulus kreiseri*



*Poecilia salvatoris*



*Amatlitania nigrofasciata*

**B) Especies más abundantes registradas en la zona media**



*Sicydium multipunctatum*



*Agonostomus monticola*



*Astyanax aeneus*

**C) Especies más abundantes registradas en la zona baja**



*Dormitatio latrifrons*



*Eleotris picta*



*Gobiomorus maculatus*

**D) Especies registradas más sobresalientes en la sub cuenca del rio Metalio**



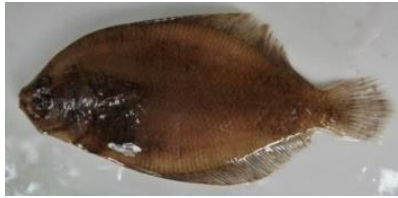
*Ciclasoma trimaculatum*



*Amphilopus longimanus*



*Poeciliopsis pleurospilus*



*Citharichthys gilberti*



*Centropomus robalito*



*Pseudophallus starksi*



*Rhamdia guatemalensis*



*Gobiesox potamius*



*Poecilia marcelinoi*